

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-130177  
 (43)Date of publication of application : 09.05.2002

(51)Int.CI. F04D 13/02  
 F04D 15/00  
 F04D 29/04

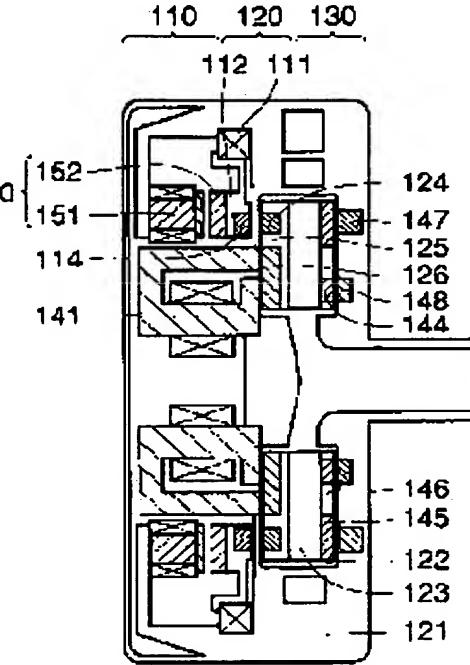
(21)Application number : 2000-330409 (71)Applicant : NTN CORP  
 TERUMO CORP  
 (22)Date of filing : 30.10.2000 (72)Inventor : OZAKI TAKAMI

## (54) MAGNETICALLY LEVITATING PUMP

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a magnetically levitating pump capable of improving support rigidity of an impeller by making the shaft directional length of the pump compact, and additionally arranging a radial directional impeller support part using attraction force of permanent magnets.

**SOLUTION:** A soft magnetic member 126 is arranged on the inner diameter side on one surface of the impeller 123, an electromagnet 141 is arranged so as to be opposed to this member, the permanent magnet 124 is arranged on the outer diameter side of the impeller 123, the permanent magnet 114 is arranged on a rotor 112 so as to be opposed to this permanent magnet, a ferromagnetic substance 144 is arranged on the other surface of the impeller 123, the permanent magnet 148 is arranged in a casing 121 so as to be opposed to this ferromagnetic substance, the impeller 123 is magnetically levitated thereby, a motor rotor 152 is rotated by a motor stator 151, and the impeller 123 is rotated.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-130177

(P2002-130177A)

(43) 公開日 平成14年5月9日(2002.5.9)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

F 04D 13/02

識別記号

F I

テマコード(参考)

F 04D 13/02

C 3H020

D 3H022

G

H

15/00

101

15/00

101B

審査請求 未請求 請求項の数 5 OL (全 6 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願2000-330409(P2000-330409)

(22) 出願日

平成12年10月30日(2000.10.30)

(71) 出願人 000102692

エヌティエヌ株式会社

大阪府大阪市西区京町堀1丁目3番17号

(71) 出願人 000109543

テルモ株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目44番1号

(72) 発明者 尾崎 孝美

静岡県磐田市東貝塚1578番地 エヌティエヌ株式会社内

(74) 代理人 100064746

弁理士 深見 久郎 (外3名)

Fターム(参考) 3H020 AA01 BA10 DA24

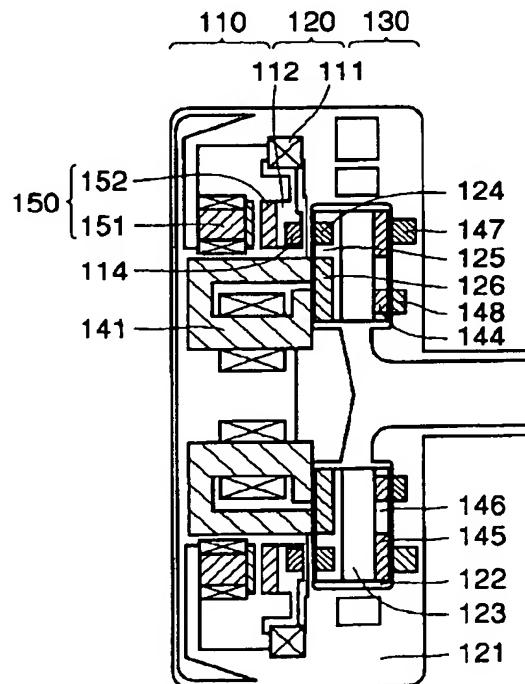
3H022 AA01 BA06 CA16 CA50 DA15

(54) 【発明の名称】 磁気浮上型ポンプ

(57) 【要約】

【課題】 ポンプの軸方向長さのコンパクト化を図ると同時に、永久磁石の吸引力を利用した半径方向のインペラ支持部を追加して配置することにより、インペラの支持剛性を向上できる磁気浮上型ポンプを提供する。

【解決手段】 インペラ123の一方の内径側に軟質磁性部材126を配置し、これに対向して電磁石141を配置し、インペラ123の外径側に永久磁石124を配置し、これに対向してロータ112に永久磁石114を配置し、インペラ123の他方面に強磁性体144とこれに対向してケーシング121に永久磁石148を配置し、これらによりインペラ123を磁気浮上させ、モータステータ151によりモータロータ152を回転させてインペラ123を回転させる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 液体を送るための円板状のインペラを磁気浮上させて回転させる磁気浮上型ポンプであって、前記インペラの一方には第1の強磁性体が設けられており、他方面には周方向に第2の強磁性体が設けられていて、

前記インペラの一方側に前記第1の強磁性体に対向して配置され、該インペラを一方側に吸引する電磁石、前記インペラの他方側に前記第2の強磁性体に対向するよう周方向に配置され、該インペラを他方側に吸引する永久磁石、および前記インペラの一方側に配置され、該インペラに対して非接触で回転駆動力を伝達する回転力伝達手段を備え、

前記永久磁石による前記第2の強磁性体への吸引力と、前記電磁石による前記第1の強磁性体への吸引力とが釣り合うように前記電磁石に流れる電流を制御して前記インペラを磁気浮上させることを特徴とする、磁気浮上型ポンプ。

【請求項2】 前記インペラの一方側には周方向に第1の永久磁石が設けられていて、

前記回転力伝達手段は、

その他方面に前記インペラの前記第1の永久磁石に対向して周方向に第2の永久磁石が設けられ、一方がモータロータとなるロータと、

前記モータロータの一方側に対向して設けられるモータステータとを含むことを特徴とする、請求項1に記載の磁気浮上型ポンプ。

【請求項3】 前記インペラの第1の強磁性体は、前記電磁石に対向して設けられ、前記インペラの第1の永久磁石は、その外径側に周方向に設けられ、

前記電磁石は内径側に設けられ、前記モータロータは外径側に設けられることを特徴とする、請求項2に記載の磁気浮上型ポンプ。

【請求項4】 前記インペラの第1の永久磁石は、その内径側に周方向に設けられ、前記インペラの第1の強磁性体は、その外径側に前記電磁石に対向して設けられ、前記モータロータは内径側に設けられ、前記電磁石は外径側に設けられることを特徴とする、請求項2に記載の磁気浮上型ポンプ。

【請求項5】 前記回転力伝達手段は、

前記インペラの一方側に設けられるモータロータと、前記モータロータに対向して配置されるモータステータを含むことを特徴とする、請求項1に記載の磁気浮上型ポンプ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は磁気浮上型ポンプに関し、特に、磁気軸受を利用したクリーンポンプであって、たとえば人工心臓のような医療機器に用いられる磁気浮上型ポンプに関する。

## 【0002】

【従来の技術】図5は従来の磁気浮上型ポンプを示す図であり、特に、図5(a)は縦断面図を示し、図5(b)は図5(a)の線A-Aに沿う断面図である。

【0003】まず、図5を参照して、従来の磁気浮上型ポンプについて説明する。図5(a)に示すように、磁気浮上型ポンプ1はモータ部10とポンプ部20と磁気軸受部30とから構成される。ポンプ部20のケーシング21内にはポンプ室22が設けられていて、このポンプ室22内でインペラ23が回転する。インペラ23は図5(b)に示すように、複数の羽根27を有しており、渦巻型に形成されている。

【0004】ケーシング21は非磁性部材からなり、インペラ23は非制御式磁気軸受を構成する永久磁石24を有する非磁性部材25と、制御式磁気軸受のロータに相当する軟質磁性部材26とを含む。永久磁石24はインペラ23の円周方向に分割されていて、互いに隣接する磁石は互いに反対方向の磁極に着磁されている。インペラ23の永久磁石24を有する側に対向するようにして、ポンプ室22外部には軸受17に軸支されたロータ12が設けられる。ロータ12はモータ13によって駆動されて回転する。ロータ12にはインペラ23の永久磁石24に対向しつつ吸引力が作用するようにインペラ23側と同数の永久磁石14が設けられている。この永久磁石14も互いに隣接する磁石が互いに反対方向の磁極に着磁されている。

【0005】一方、インペラ23の軟質磁性部材26を有する側に対向するようにして、ポンプ室22において永久磁石24と14の吸引力に釣り合い、インペラ23をケーシング21の中心に保持できるように、円周上に3個以上の電磁石31および位置センサ32とが磁気軸受部30に設けられている。電磁石31の形状はC形であり、位置センサ32は磁気式センサが用いられている。

【0006】上述のごとく構成された磁気浮上型ポンプ1において、ロータ12に埋込まれている永久磁石14とインペラ23に設けられている永久磁石24との間に軸方向の吸収力が働く。この吸引力を利用して磁気カッピングによってインペラ23を回転駆動させたり、半径方向の支持剛性を得ている。この吸引力と釣り合うようにC形の電磁石31のコイルに電流が流れ、インペラ23が浮上する。そして、ロータ12がモータロータ15とモータステータ16とから構成されるモータ13の駆動力によって回転すると、永久磁石14と24とが磁極カッピングを構成し、インペラ23が回転して流体が吸入口60から吸い込まれ、出口70から排出される。インペラ23はケーシング21によってロータ12から隔離されておりかつ電磁石31からの汚染を受けることはないので、磁気浮上型ポンプ1から吐出された流体(血液ポンプとして使用した場合は血液)はクリーン

な状態を保持する。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】図5に示した磁気浮上型ポンプ1では、磁気軸受部30の電磁石31の軸方向長さが長く、ポンプ全体の軸方向サイズが大きくなるという問題があった。特に、このポンプを体内埋込用血液ポンプに使用する場合には、極力小型であることが要求される。

【0008】さらに、図5に示した磁気浮上型ポンプ1では、インペラ23の半径方向の支持はロータ12に埋込まれている永久磁石14とインペラ23に設けられている永久磁石24との間の吸引力が働き、この吸引力を利用した磁気カップリングによって行なわれる非制御型磁気軸受で構成されており、電磁石の吸引力制御で支持しているインペラ回転軸方向と比べその支持剛性が低く、耐外乱性能を考慮するとその支持剛性を向上することが望ましい。

【0009】それゆえに、この発明の主たる目的は、ポンプの軸方向長さのコンパクト化を図ると同時に、永久磁石の吸引力を利用した半径方向のインペラ支持部を追加して配置することにより、インペラの支持剛性を向上し得る磁気浮上型ポンプを提供することである。

【0010】

【課題を解決するための手段】この発明は、液体を送るために円板状のインペラを磁気浮上させて回転させる磁気浮上型ポンプであって、インペラの一側面には第1の強磁性体が設けられており、他側面には周方向に第2の強磁性体が設けられていて、インペラの一方側に第1の強磁性体に対向して配置され、該インペラを一方側に吸引する電磁石と、インペラの他方側に第2の強磁性体に対向するように周方向に配置される永久磁石と、インペラの一方側に配置され、該インペラに対して非接触で回転駆動力を伝達する回転力伝達手段を備え、永久磁石による第2の強磁性体への吸引力と、電磁石による第1の強磁性体への吸引力とが釣り合うように電磁石に流れる電流を制御してインペラを磁気浮上させることを特徴とする。

【0011】このように磁気軸受の電磁石を回転力伝達手段側に配置することにより、ポンプ軸方向の長さを短くすることができ、小型化を図ることができる。また、永久磁石による非制御式磁気軸受を追加したことにより、インペラの半径方向剛性を向上できる。

【0012】また、インペラの一方側に周方向に第1の永久磁石が設けられていて、回転力伝達手段は、その他方面にインペラの第1の永久磁石に対向して周方向に第2の永久磁石が設けられ、一方がモータロータとなるロータと、モータロータの一方側に対向して設けられるモータステータとを含むことを特徴とする。

【0013】このように、電磁石をモータ側に配置することにより磁気軸受部の軸方向長さを短くできる。

【0014】さらに、インペラの第1の強磁性体は、その内径側に電磁石に対向して設けられ、インペラの第1の永久磁石は、その外径側に周方向に設けられ、電磁石は内径側に設けられ、モータロータは外径側に設けられることを特徴とする。

【0015】さらに、インペラの第1の永久磁石は、その内径側に周方向に設けられ、インペラの第1の強磁性体は、その外径側に電磁石に対向して設けられ、モータロータは内径側に設けられ、電磁石は外径側に設けられることを特徴とする。

【0016】このように電磁石を外径側に配置することにより、電磁石の巻き線スペースを増やすことができる。

【0017】さらに、回転力伝達手段は、インペラの一方側に設けられるモータロータと、モータロータに対向して配置されるモータステータを含むことを特徴とする。

【0018】これにより、ロータやこれを支持するためのモータ軸受を不要にできる。

【0019】

【発明の実施の形態】図1はこの発明の一実施形態の磁気浮上型ポンプを示す縦断面図である。図1を参照して、磁気浮上型ポンプはモータ部110とポンプ部120と反モータ部130とから構成される。ポンプ部120のケーシング121内にはポンプ室122が設けられていて、このポンプ室122内でインペラ123が回転する。

【0020】ケーシング121はプラスチック、セラミックあるいは金属などから形成されるが、ケーシング121のうちモータ部110とインペラ123との間の隔壁部分および反モータ部130とインペラ123との間の隔壁部分には磁性材料を使用することができないので、非磁性材料で構成される。インペラ123の一方端(図1では左側)には非制御式磁気軸受を構成する永久磁石124を有する非磁性部材125と、制御式磁気軸受のロータに相当する軟質磁性部材126とが設けられている。永久磁石124はインペラ123の円周方向に分割されていて、互いに隣接する磁石は互いに反対方向の磁極に着磁されている。インペラ123の他方端(図1では右側)には、非制御式磁極軸受を構成するリング形状を有する強磁性体(永久磁石、軟質磁性材料を含む)144とセンサーターゲットである軟質磁性材料145とを含む非磁性部材146が設けられる。

【0021】インペラ123の永久磁石124を有する側に対向するようにして、ポンプ室122外部には転がり軸受や動圧軸受などで構成されるモータ軸受111で支持されたロータ112が設けられる。ロータ112はモータステータ151とモータロータ152とがアキシアル方向に対向して形成されるアキシアルギャップモータによって駆動されて回転する。ロータ112にはイン

ペラ123の永久磁石124に対向しつつ吸引力が作用するようにインペラ123側と同数の永久磁石114が設けられている。この永久磁石114も互いに隣接する磁石は互いに反対方向の磁極に着磁されている。

【0022】モータロータ152とモータステータ151で構成されるモータ部150は、DCブラシレスモータを含む同期モータや、インダクションモータを含む非同期モータなどが使用されるが、モータの種類は問わない。

【0023】インペラ123の軟質磁性部材126に対向するようにして電磁石141が設けられる。一方、インペラ123の軟質磁性材料145に対向するようにして、位置センサ147が配置され、また強磁性体144に対向するようにしてリング状永久磁石148が配置される。

【0024】図1では、強磁性体144と対向する永久磁石148とはインペラ123の内径側に配置されているが、これは両部材間で作用する吸引力によるインペラ123へのピッキングおよびヨーイングに対する外乱を小さくするためである。

【0025】さらに、インペラ123はポンプ室122内で軸方向に移動できるが、この可動範囲内で永久磁石124と114との間に作用する吸引力よりも永久磁石148と強磁性体144との間に作用する吸引力が常に大きくなるように永久磁石148と強磁性体144の各材質、形状および永久磁石148の配置する位置が設定される。

【0026】位置センサ147と電磁石141により、ポンプ室122において永久磁石124と114の吸引力および強磁性体144と永久磁石148との吸引力に釣り合ってインペラ123をポンプ室122の中心に保持できる。また、ここでは、追加した非制御式磁気軸受部のロータ側に強磁性体（永久磁石、軟質磁性材料を含む）を配置するようにしたが、この強磁性体に永久磁石を使用した場合には、対向する永久磁石148の代わりに軟質磁性材料を使用してもよい。

【0027】上述のごとく、図1に示した実施形態では、電磁石141をモータ部110側に配置するようにしたため、従来例の図5に示した磁気軸受部30あるいは図1に示した反モータ部130の軸方向長さを短くでき、さらにインペラ123の強磁性体144とこれに対向する永久磁石148で構成する非制御式磁気軸受を追加することにより、インペラ123の半径方向剛性を向上できる。

【0028】また、図1では位置センサ147を反モータ部130に配置するようにしたが、図5に示した従来例のように電磁石の近傍に配置するようにしてもよい。

【0029】図2はこの発明の他の実施形態の磁気浮上型ポンプの縦断面図である。この図2は図1に示した磁気浮上型ポンプと同様にして構成されるが、インペラ1

23を回転駆動させる方が異なる。図1では、ロータ112を回転させることによって内部の永久磁石114とインペラ123側の永久磁石124との磁気カップリングによってインペラ123を回転させるようにしたが、図2に示した実施形態では、インペラ123の内部にモータロータ152を配置してポンプ室外部のモータステータ151から直接回転磁界を与えてインペラ123を回転させる。

【0030】この場合、モータロータ152とモータステータ151との間に作用する吸引力、電磁石141の電磁吸引力および非制御式磁気軸受である強磁性体144と永久磁石148との間に作用する吸引力を釣り合わせるように電磁吸引力を制御することによりインペラ123を非接触で磁気浮上できる。すなわち、非制御磁気軸受である強磁性体144と永久磁石148との間に作用する吸引力は、ポンプ室122内のインペラ稼働範囲内でモータステータ151とモータロータ152間に作用する吸引力よりも大きく、さらにモータ負荷によって変動するモータステータ151とモータロータ152との間に作用する吸引力の最大値よりも永久磁石148と強磁性体144との間に作用する吸引力が常に大きくなるように、永久磁石148と強磁性体144の各材質、形状および永久磁石148の配置する位置を選定する。

【0031】これにより、ロータ121やこれを支持するためのモータ軸受が不要になるので、その構造を簡単にできる利点がある。また、ここでは追加した非制御磁気軸受部のロータ側に強磁性体（永久磁石、軟質磁性材料を含む）を配置するようにしたが、この強磁性体に永久磁石を使用した場合には、対向する永久磁石148の代わりに軟質磁性材料を使用するようにしてもよい。

【0032】図3はこの発明のさらに他の実施形態の磁気浮上型ポンプの縦断面図である。この図3で示した磁気浮上型ポンプは図1とほぼ同様にして構成されているが、モータ150を内径側に配置し、電磁石141を外径側に配置している点において異なっている。このため、インペラ123の軟質磁性材料126も外径側に配置され、永久磁石124は内径側に配置されている。図3に示すように、電磁石141を外径側に配置することにより、電磁石141の巻線スペースを増やすことができる結果、電磁石コイル部での消費（動損）を軽減でき、さらに電磁石141によるインペラ123への作用力（吸引力）の作用半径を大きくとることができ、インペラ123のピッキングおよびヨーイング制御などを、磁気軸受制御に関して有利となる。

【0033】図4はこの発明の一実施形態の磁気浮上型ポンプを駆動するためのコントローラを示すブロック図である。図4において、コントローラ100は、インペラ位置制御機能とインペラ回転トルク制御機能とインペラ位置制御機能とを用いてポンプ室122内におけるイ

ンペラ123の浮上位置を変化させるインペラ浮上位置制御機能を備えている。

【0034】より具体的には、コントローラ100はコントローラ本体部101とモータドライバ102とインペラ位置制御用コントローラ103とを含む。モータドライバ102はコントローラ本体部101より出力されたモータの回転数に対応する電圧を出力し、モータ150を回転させるためのドライバである。また、インペラ位置制御用コントローラ103はコントローラ本体部101より出力されたインペラ浮上位置を維持するために電磁石141に流れる電流または電圧もしくは電流および電圧を制御する。位置センサ147による検出出力はインペラ位置制御用コントローラ103に入力され、インペラ123の中心軸(z軸)方向の並進運動、かつ中心軸(z軸)に直交するx軸およびy軸まわりの回転運動を制御するように電磁石141に流れる電流をコントロールする。なお、位置センサ147による検出出力をコントローラ本体部101に入力し、コントローラ本体部101より電磁石141に与える電圧値もしくは電流値を出力するようにしてもよい。

【0035】今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

#### 【0036】

【発明の効果】以上のように、この発明によれば、磁気軸受の電磁石を回転力伝達手段側に配置することにより、ポンプ軸方向の長さを短くすることができ、小型化

を図ることができる。その結果、この発明の磁気浮上型ポンプを体内埋込用の血液ポンプに使用した場合に、体内への埋込みが容易になる。また、非制御型磁気軸受を追加することにより、インペラ半径方向の剛性を向上させることができ、ポンプの許容外乱値を上げることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施形態の磁気浮上型ポンプの縦断面図である。

【図2】この発明の他の実施形態の磁気浮上型ポンプの縦断面図である。

【図3】この発明のさらに他の実施形態の磁気浮上型ポンプの縦断面図である。

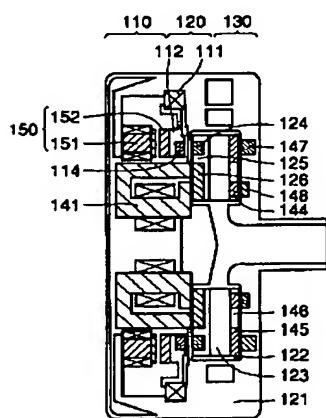
【図4】この発明の一実施形態の磁気浮上型ポンプを駆動するコントローラの概略ブロック図である。

【図5】従来の磁気浮上型ポンプを示す縦断面図である。

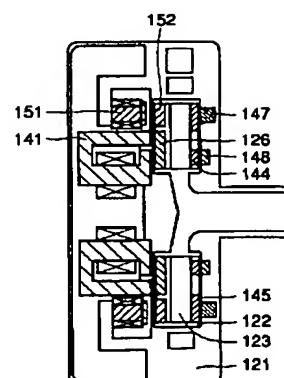
#### 【符号の説明】

100 コントローラ、101 コントローラ本体部、  
102 モータドライバ、103 インペラ位置制御用  
コントローラ、110 モータ部、111 モータ軸  
受、112 ロータ、114, 124, 148 永久磁  
石、120 モータ部、121 ケーシング、122  
ポンプ室、123 インペラ、125 非磁性部材、1  
26 軟質磁性部材、130 反モータ部、144 強  
磁性体、145 軟質磁性材料、146 非磁性部材、  
147 位置センサ、148 リング状永久磁石、15  
0 モータ、151 モータステータ、152 モータ  
ロータ。

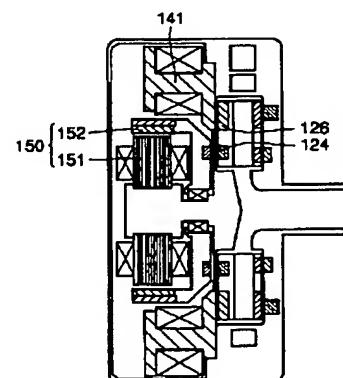
【図1】



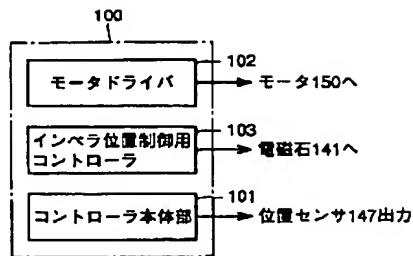
【図2】



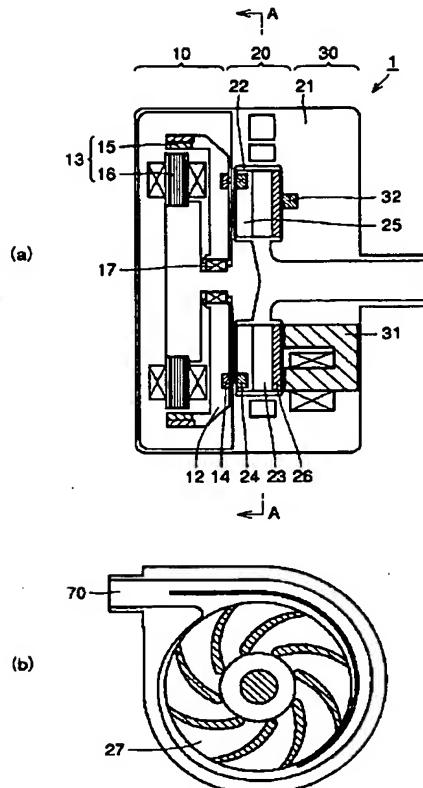
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7  
F 04 D 29/04

識別記号

F I  
F 04 D 29/04

マーク〇 (参考)

G  
R  
B